

Исчезло ли время в физике? Аргументы за и против блок-вселенной.

Терехович Владислав Эрикович

к.ф.н., ст. преподаватель, Институт философии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Я рассматриваю метафизическую концепцию блок-вселенной, которая опирается на формализм специальной теории относительности. Блок-вселенная отрицает фундаментальную роль времени и предполагает, что объекты не существуют в отдельные моменты времени, а существуют в виде мировых линий в 4-мерном пространстве-времени. События в прошлом, настоящем и будущем рассматриваются как имеющие равную степень реальности. Существует десять аргументов в пользу концепции блок-вселенной. Я покажу, что все эти аргументы либо несостоятельны, либо допускают другие объяснения, которые не согласуются с концепцией блок-вселенной.

Ключевые слова: время, стрела времени, блок-вселенная, специальная теория относительности, этернализм, причинность.

Эволюция представлений о природе времени – пример взаимного влияния физики и метафизики. Особенно интересна дискуссия вокруг концепции блок-вселенной. В философии представления о времени всегда были связаны с проблемой существования. В XX веке философские дискуссии о времени сконцентрировались не на его субстанциональности, а на вопросе: происходят ли в природе реальные изменения или это лишь психологическая иллюзия? [McTaggart, 1908] Дискуссия развернулась между версиями двух концепций: объекты существуют только в настоящем времени (*презентизм*), или все прошлые, настоящие и будущие события рассматриваются как равно существующие (*этернализм*).

Среди физиков распространено мнение, что время – лишь операционное понятие без онтологического содержания. Специальная теория относительности (СТО), казалось бы, подтверждает тезис о том, что различие прошлого, настоящего и будущего сводится к отношениям движущихся объектов. Следовательно, эти три времени имеют равную степень реальности. Как выразился А. Эйнштейн: «Для нас, убежденных физиков, различие между прошлым, настоящим и будущим – не более чем иллюзия, хотя и весьма навязчивая» [Einstein, 1972: 537-538].

Поскольку следствия СТО согласуются с экспериментами, большинство физиков, являясь, как и А. Эйнштейн, научными реалистами, приняли его онтологическую схему СТО. В свою очередь, философы – сторонники этернализма использовали СТО как аргумент в пользу метафизической картины, называемой блок-вселенной. Блок-вселенная предполагает, что объекты не существуют в отдельные моменты времени, а существуют в виде мировых линий в 4-мерном пространстве-времени. Временные отношения сводятся к отношению «раньше-позже», определяемому причинно-следственными связями. Ничего не возникает и не исчезает; сознание лишь фиксирует события на мировой линии как моменты настоящего – мы сами проводим границу между прошлым и будущим.

Часть философов науки согласились с таким подходом. Х. Патнэм писал: «Проблема реальности и предопределенности будущих событий решена. Кроме того,

она решена в физике, а не в философии... . Не думаю, что в философии еще существует проблема времени. Существуют лишь физические проблемы определения точной физической геометрии четырехмерного континуума» [Putnam, 1967]. Однако в последние два десятилетия новые наблюдения и теории в космологии, а также уникальные квантовые эксперименты стимулировали физиков вновь вернуться к, казалось бы, решенной проблеме природы времени. Ярким примером является противоположные мнения на эту тему Дж. Барбура [Barbour, 2001] и Л. Смолина [Смолин, 2017].

В пользу метафизической концепции блок-вселенной можно привести ряд физических, эпистемологических и философских аргументов.

Аргумент научного реализма. Предполагается, что объекты, постулируемые зрелыми научными теориями, имеют реальное существование, а сами эти теории отражают реальные отношения в природе. С научным реализмом тесно связан *математический реализм*, полагающий, что математический формализм теории, подтвержденной наблюдениями, соответствует реальным отношениям объектов.

Аргумент относительности одновременности. Согласно СТО, одновременность двух событий зависит от системы отсчета и измеряется координатой времени, относительной к скорости движения объекта. Из так называемого аргумента Rietdijk-Putnam следует, что прошлые, настоящие и будущие события относительно к скоростям движения и в равной степени существуют в виде некоего блока пространства-времени, состоящего из множества «одновременных пространств».

Аргумент геометрический. В СТО время – это координата в 4-х мерном пространстве Минковского, имеющая такой же онтологический статус, как и три пространственных, а событие – лишь точка в этом же пространстве. Отсюда делается вывод, что мировая линия каждого объекта, соединяющая все его события, существует целиком.

Аргумент обратимости времени в уравнениях. В уравнениях большинства физических теории, в т.ч. в уравнении Шредингера знак переменной времени не меняет формы уравнений. Следовательно, даже на квантовом уровне направление времени не имеет фундаментального значения, время – лишь средство измерения. Причину возникновения направления в наблюдаемых процессах сторонники Копенгагенской и некоторых других интерпретаций квантовой механики видят в необратимости «коллапса» волновой функции.

Аргумент отсутствия времени в уравнениях для Вселенной. В уравнении Эйнштейна-Гамильтона-Якоби ($H = 0$) Гамильтониан Вселенной равен нулю, следовательно, время для Вселенной отсутствует. В квантовом аналоге – уравнении Уилера-ДеВитта ($\hat{H}\Psi = 0$) – оператор Гамильтона действует на волновую функцию Вселенной. Эволюция волновой функции Вселенной отсутствует, значит, для Вселенной времени нет.

Аргумент термодинамический. Наблюдаемое направление процессов не противоречит блок-вселенной, поскольку определяется не уравнениями физических теорий, а макроскопической особенностью термодинамического происхождения. Второе начало термодинамики гласит, что энтропия изолированной системы либо возрастает, либо остается постоянной. Процессы сами собой идут от более упорядоченного состояния к менее упорядоченному, от менее вероятного к более вероятному.

Аргумент объяснения квантовой нелокальности. Предел скорости света для взаимодействий и передачи сигналов – один из основных постулатов СТО, подтверждаемый экспериментально для классических объектов. Однако квантовая механика предсказывает, и эксперименты подтверждают, что между перепутанными состояниями квантовых объектов существует нелокальная корреляция, превышающая

скорость света, а значит, такие состояния могут быть разделены пространственно-подобным интервалом. Считается, что такие корреляции не переносят ни энергию, ни информацию, поскольку иначе нарушался бы принцип причинности. О запутанных квантовых объектах говорят, что это один и тот же объект, хоть и разнесенный в пространстве-времени.

Аргумент причинности. Наблюдаемое направление течения времени объясняется не физической теорией, а принципом причинности – причина всегда предшествует следствию во времени. Детерминистическая форма этого принципа звучит так: состояние объекта в момент t_1 и законы физики однозначно определяют состояние объекта в момент t_2 . В вероятностной версии принципа однозначность заменяется вероятностными условиями.

Аргумент психологический утверждает, что наблюдаемое направление процессов и даже причинно-следственные связи – лишь иллюзия восприятия человеческого сознания. Тот факт, что о будущем мы знаем гораздо меньше, чем о прошлом, отражает только эпистемологическую разницу между ними. Причины этой разницы могут быть психологическими (привычка), физиологическими (строение нейронов мозга) или физическими (второе начало термодинамики, квантовые эффекты и т.д.).

В докладе будет показано, что перечисленные аргументы или несостоятельны, или допускают объяснения, не согласующиеся с блок-вселенной. Более того, аргументы, связанные с квантовыми явлениями, космологическими теориями и принципом причинности прямо ей противоречат. Не спасает от трудностей и метафизический компромисс в виде теории растущей блок-вселенной, в которой прошлое существует неизменно, но будущее еще не определено.

Концепция блок-вселенной опирается не на физические результаты СТО, а на ее метафизическую интерпретацию. В первую очередь это представление о 4-х мерном пространстве-времени как абсолютной сущности и о характере причинно-следственных связей вдоль мировых линий. Эти представления придают понятию одновременности онтологический статус, уравнивая в правах на существование прошлое, настоящее и будущее.

История физики неоднократно показывала, что некритический перенос метафизических принципов на явления ведет к трудностям в физических теориях. Но верно и обратное, обобщение даже самой успешной физической теории до метафизической концепции ведет к философским противоречиям.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-011-00920.

Литература.

Смолин Л. Возвращение времени. От античной космогонии к космологии будущего.

Litres, 2017. – 370 с.

Barbour J. The end of time: The next revolution in physics. Oxford University Press, 2001. – 371 p.

Einstein A., Besso M. A. Albert Einstein, Michele Besso, Correspondence, 1903-1955. Paris: Hermann, 1972.

McTaggart J. E. The unreality of time // Mind. 1908. Vol. 17. P. 457-474.

Putnam H. Time and physical geometry // The Journal of Philosophy. 1967. Vol. 64. N. 8. P. 240-247.